

ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В СОВРЕМЕННЫХ ДОННЫХ ОСАДКАХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

А.С. Рубан

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы состоянию окружающей среды Арктики уделяется значительное внимание, что в первую очередь объясняется климатическими изменениями, выражающимися в увеличении среднегодовых температур в полярных широтах [7], и перспективностью арктического шельфа на обнаружение месторождений полезных ископаемых, в том числе углеводородов. Существовавшую ранее концепцию о том, что арктический регион, большая часть которого достаточно удалена от регионов с развитой отраслевой промышленностью, не подвержен антропогенному загрязнению, в настоящее время можно считать недействительной. Об этом свидетельствуют зарегистрированный ещё в 90-е годы XX столетия рост степени промышленной загрязнённости данного региона [4, 5]. Ввиду слаборазвитой хозяйственной деятельности, главным источником поступления загрязняющих веществ в арктические моря считается пресный сток крупных рек [6]. Помимо речных вод, аэрозольный перенос и захоронение различного рода отходов также могут служить источником загрязнений в морях Северного Ледовитого океана. Тяжелые металлы при повышенных концентрациях являются наиболее опасными загрязняющими веществами, что объясняется их распространённостью, высокой токсичностью, а также способностью к накоплению в живых организмах [2, 8]. Максимальные концентрации тяжелых металлов в морях наблюдаются в зонах активных геохимических барьеров, одним из которых является система «вода-донные осадки» в областях смешения речных и морских вод.

Целью данного исследования являлось определение концентраций тяжелых металлов (Ni, Zn, Co, Cr, As) в современных донных осадках крупной зоны смешения арктического бассейна – губы Буор-Хая, а также выявление особенностей их пространственного распределения.

30 проб донных осадков из поверхностного слоя (0...2 см) были отобраны в губе Буор-Хая, расположенной в юго-восточной части моря Лаптевых и являющейся областью смешения пресных речных вод Лены и соленых морских вод. Для отбора донных осадков использовались малые прямоточные гравитационные трубки, дночерпатель типа Van Veen, а также коробчатый пробоотборник. Отобранный материал упаковывался в полиэтиленовые пакеты и хранился в замороженном состоянии до проведения лабораторных исследований.

Содержание Fe, Ni, Zn, Co, Cr, As определялось методом инструментального нейтронно-активационного анализа (INAA) в ГЕОХИ РАН им. Вернадского по стандартной методике [3]. Предварительно пробы высушивались в сушильном шкафу при температуре 60 °C и истирались в агатовой ступке. Содержание органического углерода определялось пиролизическим методом (пиролизатор «Rock-Eval 6 Turbo»).

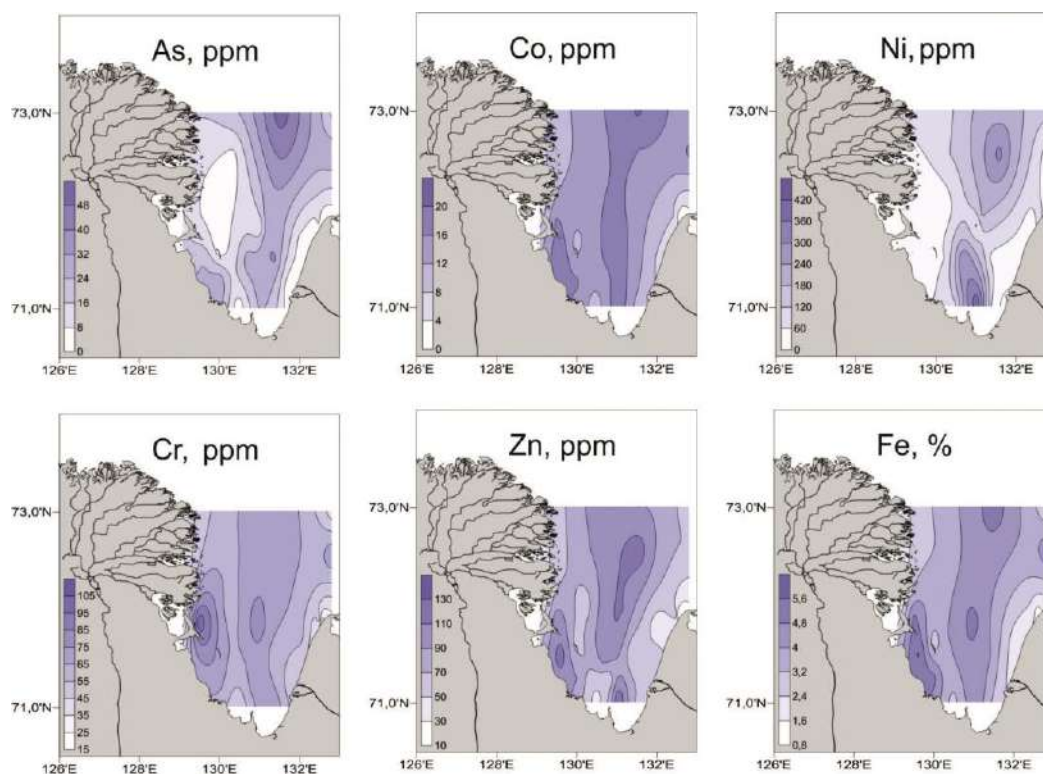


Рис. 1. Распределение тяжелых металлов в поверхностном слое донных осадков

По степени различий между максимальной и минимальной концентрацией элементы выстроились в следующий ряд: As (118 раз) > Ni (41 раз) > Co (26 раз) > Zn (13 раз) > Cr (7 раз). Данная последовательность, по-видимому, показывает способность тяжелых металлов к изменению форм миграции в различных условиях среды транспортировки, аккумуляции и диагенеза. Среднее содержание практически всех изученных тяжелых металлов сопоставимо с их средними содержаниями в осадочных породах континентов [1], за исключением As, среднее содержание которого в ~3 раза выше.

Пространственное распределение изученных элементов, включая железо, в поверхностном слое донных осадков имеет схожую структуру (рис. 1). Её главная особенность заключается в увеличении концентраций тяжелых металлов от периферии губы к её центральной части, в чем проявляется циркумконтинентальный характер пространственного распределения. В этом же направлении в осадках отмечается уменьшение размерности частиц. Осовая часть губы является областью распространения осадков преимущественно пелитового состава, с суммарным содержанием алевритовой и песчаной фракций менее 20 %. Очевидно, что связь с первичной минеральной матрицей терригенного материала (за исключением песчано-алевритовых осадков вдоль побережья в юго-западной части губы) ослаблена, что указывает

на влияние ряда других процессов и факторов на распределение тяжелых металлов.

Основными механизмами, контролирующими поведение тяжелых металлов в системе «вода-донные осадки» губы Буор-Хая могут являться изменение форм миграции и соосаждение в результате

	Cr	Co	Ni	Zn	As	Fe	TOC
Cr	1,00						
Co	0,86	1,00					
Ni	0,12	0,33	1,00				
Zn	0,83	0,86	0,52	1,00			
As	0,34	0,67	0,61	0,51	1,00		
Fe	0,90	0,98	0,33	0,87	0,63	1,00	
TOC	0,56	0,64	0,51	0,60	0,31	0,54	1,00

Рис. 2. Коэффициенты корреляции между содержаниями тяжелых металлов и органическим углеродом в донных осадках

сорбции глинистыми частицами, коллоидами гидроксидов железа и марганца при участии болотных и речных гуминовых веществ. Другим важным механизмом увеличения уровня содержания является биоаккумуляция, активизирующаяся в районе биогеохимического барьера, возникающего при смешении распресненных вод со стороны дельты р. Лена и соленых вод из центральной части моря Лаптевых, на что указывают коэффициенты корреляции органического углерода с тяжелыми металлами (рис. 2). Эти процессы, по-видимому, являются главными факторами контроля пространственного распределения тяжелых металлов в донных осадках.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант 15-17-20032) и Российского фонда фундаментальных исследований (грант 18-35-00302).

Литература

1. Григорьев Н.А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры / Н.А. Григорьев // Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 382 с.
2. Dauvalter V. Metal concentrations in sediments in acidifying lakes in Finnish Lapland / V. Dauvalter // Boreal Environment Research. – 1997. – Vol. 2. – P. 369–379
3. Kolesov G.M. Neutron activation analysis of environmental materials / G.M. Kolesov // The Analyst. – 1995. – Vol. 120. – Is. 5. – P. 1457–1460.
4. Loring D.H. Arsenic, trace metals, and organic micro contaminants in sediments from the Pechora Sea, Russia / D.H. Loring, K. Næs, S. Dahle, G.G. Matishov, G. Illin // Marine Geology. – 1995. – Vol. 128. – P. 153–167.
5. Naidu A.S. Heavy metals in Chukchi Sea sediments as compared to selected circum-arctic shelves / A.S. Naidu, A. Blanchard, J.J. Kelley, J.J. Goering, M.J. Hameedi, M. Baskaran // Marine Pollution Bulletin. – 1997. – Vol. 35. – P. 260–269.
6. Rusakov V.Yu. Heavy metals distribution in the surface layer of bottom sediments of the Kara Sea / V.Yu. Rusakov, T.G. Kuzmina, M.A. Levitan, E.S. Toropchenova, A.V. Zhilkina // Geochemistry International. – 2017. – Vol. 55. – № 12. – P. 1079–1089.
7. Semiletov I.P. Acidification of East Siberian Arctic Shelf waters through addition of freshwater and terrestrial carbon / I. Semiletov, I. Pipko, Ö. Gustafsson, L.G. Anderson, V. Sergienko, S. Pugach, O. Dudarev, A. Charkin, A. Gukov, L. Broder, A. Andersson, E. Spivak, N. Shakhova // Nature Geoscience. – 2016. – Vol. 9. – P. 361–365. doi: 10.1038/NGEO2695.
8. Snyder-Conn E. Soluble trace elements and total mercury in Arctic Alaskan snow / J.R. Garbarino, G.L. Hoffman, A. Oelkers // Arctic. – 1997. – Vol. 50 (3). – P. 201–215.

ИСТОЧНИКИ НАКОПЛЕНИЯ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ БАЗАЛЬНОЙ ЧАСТИ АЙСКОЙ СВИТЫ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

С.А. Солодова

Научный руководитель ассистент А.Н. Злобина
Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия

Наиболее древние осадочные породы на Южном Урале – отложения айской свиты [2]. Впервые их выделил М.И. Гарань [1]. Позднее В.И. Козлов предложил расчленение, отраженное в Стратиграфических схемах докембрия Урала [7] и принятое в данной работе.